

## 電離圏ポテンシャルソルバーによる木星内部磁気圏電場の太陽風応答の研究

# 寺田 綱一郎 [1]; 寺田 直樹 [2]; 笠羽 康正 [3]; 北 元 [4]; 埜 千尋 [5]; 中溝 葵 [5]; 吉川 顕正 [6]; Ohtani Shinichi[7]; 土屋 史紀 [8]; 鍵谷 将人 [9]; 坂野井 健 [10]; 村上 豪 [11]; 吉岡 和夫 [12]; 木村 智樹 [13]; 山崎 敦 [14]; 吉川 一朗 [15]  
[1] 東北大・理・地物; [2] 東北大・理・地物; [3] 東北大・理; [4] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [5] NICT; [6] なし; [7] なし; [8] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [9] 東北大・理・惑星プラズマ大気研究センター; [10] 東北大・理; [11] ISAS/JAXA; [12] 東大・理; [13] RIKEN; [14] JAXA・宇宙研; [15] 東大・理・地惑

## Study of the solar wind influence on the Jovian inner magnetosphere using an ionospheric potential solver

# Koichiro Terada[1]; Naoki Terada[2]; Yasumasa Kasaba[3]; Hajime Kita[4]; Chihiro Tao[5]; Aoi Nakamizo[5]; Akimasa Yoshikawa[6]; Shinichi Ohtani[7]; Fuminori Tsuchiya[8]; Masato Kagitani[9]; Takeshi Sakanoi[10]; Go Murakami[11]; Kazuo Yoshioka[12]; Tomoki Kimura[13]; Atsushi Yamazaki[14]; Ichiro Yoshikawa[15]  
[1] Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [3] Tohoku Univ.; [4] Tohoku Univ.; [5] NICT; [6] ICSWSE/Kyushu Univ.; [7] The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory; [8] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [9] PPARC, Tohoku Univ; [10] Grad. School of Science, Tohoku Univ.; [11] ISAS/JAXA; [12] The Univ. of Tokyo; [13] RIKEN; [14] ISAS/JAXA; [15] EPS, Univ. of Tokyo

The solar wind hardly influences the plasma convection in the Jovian inner magnetosphere, because the corotation of magnetospheric plasma dominates the convection there. However, the extreme ultraviolet spectroscopy (EXCEED) onboard the Hisaki satellite observed that the brightness distribution of the Io plasma torus changed asymmetrically between the dawn and the dusk sides. Furthermore, it was confirmed that this asymmetric change coincided with a rapid increase in the solar wind dynamic pressure. This asymmetric change can be explained by the existence of a dawn-to-dusk electric field of  $\sim 3\text{--}7$  [mV/m] around Io's orbit, and the following processes generated by the solar wind interaction have been suggested as a possible cause of the electric field. First, the solar wind compresses the Jovian magnetosphere. Then, the magnetosphere-ionosphere coupling current system is modified, and the field-aligned current into the high-latitude ionosphere increases. As a result, the ionospheric electric field increases and penetrates to low-latitude regions. It is mapped to the equatorial plane of the magnetosphere along the magnetic field line, and the dawn-to-dusk electric field is created in the vicinity of Io's orbit ( $\sim 6 R_J$ ) in the inner magnetosphere. Among a series of these processes, the existence of the field-aligned current was observationally confirmed from the divergence of the ring current on the equatorial plane using the Galileo spacecraft data [Khurana, 2001].

We have constructed a 2-D ionospheric potential solver in order to demonstrate this scenario quantitatively. We have investigated how the global distribution of the ionospheric potential changes responding to the input of the field-aligned current using the potential solver. We use the intensity of the total field-aligned current obtained from the Galileo observation [Khurana, 2001] and adopt a Gaussian function for its distribution in a similar way to the Earth's modeling. Also, we have modeled the ionospheric conductivities in two ways; (1) the conductivities are reduced to 10 percent of the Earth's values globally [Tao et al., 2009], (2) the conductivities are calculated from the collision frequencies and the cyclotron frequencies of charged particles in the Jovian upper atmosphere. Although the latter is still under construction, we deduce the distribution of the atmospheric temperature from the latitudinal distribution of the infrared observation by Cassini [Stallard et al., 2015] and the altitude distribution by the Galileo entry probe [Seiff et al., 1997], the ionospheric density distribution from a photochemistry model for hydrocarbon species [Kim and Fox, 1994], the collision frequencies from ion- $\text{H}_2$  and electron- $\text{H}_2$  collisions [Tao, 2009], and the magnetic field from the VIP4 empirical model [Connerney et al., 1998].

We calculate the Jovian electric potential distribution by the aforementioned current and conductivity distributions to obtain the dawn-to-dusk electric field around Io's orbit. In the case (1), the dawn-to-dusk electric field mapped to Io's orbit appears to be of the same order as or larger than the  $\sim 3\text{--}7$  [mV/m] suggested by the Hisaki satellite observation. However, this value is obtained without considering the temporal variation of the solar wind dynamic pressure. In this presentation, we will present results from the cases (1) and (2).

木星内部磁気圏はプラズマ共回転が対流を支配する領域で、この領域のプラズマ対流には太陽風の影響が及びにくいとする考え方が一般的である。しかし最近、Hisaki 衛星搭載の極端紫外線分光器 EXCEED によって、イオプラズマトラス発光分布が朝側・夕側で非対称に変動することが観測された。さらに、この変動が太陽風の動圧の急激な増加に伴って生じていることも確認された。これら現象から、イオプラズマトラスの発光分布の非対称な変動はイオ軌道にかかると  $\sim 3\text{--}7$  [mV/m] の朝夕電場により生じると見積もられている。朝夕電場の起源として以下の太陽風影響プロセスが示唆されている。まず太陽風が木星磁気圏に衝突して磁気圏を圧縮する。これにより磁気圏-電離圏結合電流系が変調され、高緯度電離圏へ流入する沿磁力線電流が増大する。その結果、沿磁力線電流によって形成された電離圏電場が増大し、低緯度領域へと拡大侵入する。これが磁力線を介して磁気圏赤道面に投影されることで、内部磁気圏深部に位置するイオ軌道近傍 ( $\sim 6 R_J$ ) に朝夕電場が生成される、というものである。このプロセスの内、沿磁力線電流の存在は Galileo 衛星観測に基づく赤道面上のリングカレントの発散値から間接的に確認されている [Khurana, 2001]。

このシナリオをモデルによって定量評価するため、木星における 2 次元電離圏ポテンシャルソルバーを開発した。こ

れにより、任意の沿磁力線電流分布に対する全球電離圏ポテンシャル分布の導出を試みた。沿磁力線電流量には Galileo 探査機などの観測結果 [Khurana, 2001] を用い、その分布には地球の場合でも採用されているガウス関数を用いた。また、電離圏の電気伝導度分布は、まず (1) 木星電離圏環境への規格化として全球一様に地球の 1/10 [Tao et al., 2009] としたもの、ついで (2) 木星超高層領域における荷電粒子の衝突周波数とサイクロトロン周波数から直接計算したもの、の二通りを採用した。後者は現在開発中であり、大気温度分布を Cassini 探査機赤外線観測による緯度方向の分布 [Stallard et al., 2015] と Galileo 探査機エントリプローブ観測による高度方向の分布 [Seiff et al., 1997] から演繹し、電離圏密度分布を炭化水素イオン化学モデル [Kim and Fox, 1994] から求める。また、衝突周波数はイオン-H<sub>2</sub> 衝突と電子-H<sub>2</sub> 衝突を考慮している [Tao, 2009]。木星固有磁場は経験モデルである VIP4 [Connerney et al., 1998] を用いる。

以上の電流・電気伝導度分布を基に木星電場ポテンシャル分布を導出し、朝夕電場強度を求める。(1) では、イオ軌道上での朝夕電場強度は Hisaki 衛星観測が示唆する ~3-7 [mV/m] と同オーダーないしやや大きな値が得られた。ただしこの値は太陽風動圧の時間的変動を考慮したものではなく、定常状態を定量的に評価したものである。今学会では、(2) の結果も合わせて報告する。